

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
5. April 2001 (05.04.2001)

PCT

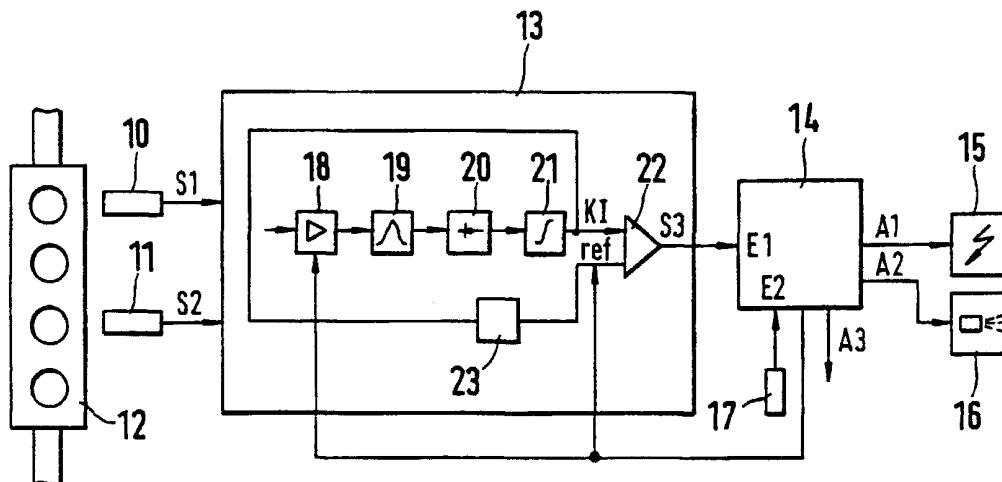
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/23859 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01L 23/22 (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FRANKE, Steffen
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/03339 [DE/GB]; 17 Glamis House, Brentwood CM14 5BT, Essex
(GB). TORNO, Oskar [DE/DE]; Schillerstrasse 10, 71701
(22) Internationales Anmeldedatum: 26. September 2000 (26.09.2000) Schwieberdingen (DE). HEINSTEIN, Axel [DE/DE];
Wenntalstrasse 22, 71299 Wimsheim (DE). KLUTH,
(25) Einreichungssprache: Deutsch Carsten [DE/DE]; Sankt Poeltener Strasse 60A, 70469
Stuttgart (DE). HAEMING, Werner [DE/DE]; Nachtigal-
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch lenweg 15, 74861 Neudenau (DE). BAEUERLE, Michael
[DE/DE]; Marktplatz 13, 71706 Markgroeningen (DE).
(30) Angaben zur Priorität: 199 46 346.8 28. September 1999 (28.09.1999) DE (81) Bestimmungsstaaten (national): CN, IN, JP, KR, RU, US.
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
20, 70442 Stuttgart (DE). NL, PT, SE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR DETECTING KNOCKING

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR KLOPFERKENNUNG



(57) Abstract: Disclosed is a method for detecting knocking in an internal combustion engine. According to the inventive method, the output signal of at least one knocking sensor associated with said internal combustion engine is evaluated with the aid of a subsequent evaluation device. Knocking is detected when the conditioned output signal of the knocking sensor exceeds a given reference level. Calculation of the reference level correction input signal is carried out according to whether the internal combustion engine is in a dynamic operational state or not. Measuring values which are determined when knocking is known are also used to calculate the reference level during a dynamic state.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur Klopferkennung bei einer Brennkraftmaschine angegeben, bei dem das Ausgangssignal wenigstens eines Klopfensors, der der Brennkraftmaschine zugeordnet ist, mit Hilfe einer nachfolgenden Auswerteeinrichtung ausgewertet wird. Dabei wird auf Klopfen erkannt, wenn das aufbereitete Ausgangssignal des Klopfensors einen vorgebbaren Referenzpegel überschreitet. Die Berechnung des Eingangssignales der Referenzpegelnachführung erfolgt in Abhängigkeit davon, ob sich die Brennkraftmaschine in dynamischen Betriebszustand befindet oder nicht, wobei zur Berechnung des Referenzpegels bei Dynamik auch Meßwerte verwendet werden, die bei erkanntem Klopfen ermittelt wurden.

WO 01/23859 A1



Veröffentlicht:

- *Mit internationalem Recherchenbericht.*
- *Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

5

10 Verfahren zur Klopferkennung

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Klopf-
erkennung bei einer Brennkraftmaschine nach der Gattung des
15 Anspruchs 1.

Stand der Technik

Es ist bekannt, daß bei Brennkraftmaschinen mit einer Klopf-
20 reglung Klopfensoren eingesetzt werden, die Ausgangssignale
abgeben, die Erkennen lassen, ob eine klopfende Verbrennung
vorliegt oder nicht. Zur Klopferkennung werden
beispielsweise Körperschallsensoren eingesetzt, wobei es
Ausführungsformen mit einem einzigen Klopfsensor, mit zwei
25 Klopfsensoren, die an vorgebbaren Stellen des Motorblocks
angebracht sind, oder mit einem Klopfsensor für jeden
Zylinder gibt. Das Problem bei der Auswertung der von den
Klopfsensoren gelieferten Signalen besteht darin, das vom
Klopfen verursachte Signal von dem von den übrigen
30 Geräuschen erzeugten Signalen zu trennen. Da sowohl das
Klopfsignal als auch das Hintergrundsignal von verschiedenen
Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine abhängt, ist es
bereits bekannt, die Klopfauswertung abhängig von der
Drehzahl der Brennkraftmaschine durchzuführen.

35

Bei einer aus der DE-P 43 32 711 bekannten Einrichtung zur Klopferkennung wird beschrieben, wie die Ausgangssignale zweier Klopfensensoren zur Klopferkennung verarbeitet werden. Dabei werden in einem Mikroprozessor aus vorhergehenden Klopfsignalen Referenzpegel gebildet, die mit dem aktuellen Ausgangssignal, das einem aufbereiteten Klopfensorsignal entspricht, verglichen werden. Übersteigt das Signal den Referenzpegel, wird auf Klopfen erkannt und eine entsprechende Ansteuerung beispielsweise der Zündung durchgeführt, die sicherstellt, daß bei den folgenden Verbrennungen kein Klopfen mehr auftritt. Damit die Drehzahlabhängigkeit des Hintergrundsignals und des Klopfsignals berücksichtigt wird und eine optimale Klopferkennung durchgeführt werden kann, wird der Referenzpegel in Abhängigkeit von der Drehzahl verändert, wobei mit steigender Drehzahl auch der Referenzpegel erhöht wird.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Klopferkennung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, daß unabhängig von der Intensität der Geräusche über den gesamten Arbeitsbereich der Brennkraftmaschine eine zuverlässig Klopf-erkennung möglich ist. Erzielt wird dieser Vorteil, indem zusätzlich zur üblichen Referenzpegelnachführung eine verbesserte Referenzpegelnachführung bei Dynamik insbesondere für Brennkraftmaschinen mit starker Geräuschzunahme durchgeführt wird. Auch bei Motoren mit überdurchschnittlicher Geräuschentwicklung bzw. in Bereichen mit überdurchschnittlichem Geräuschanstieg wird nicht fälschlicher Weise auf Klopfen erkannt, da auch in diesem Fall in vorteilhafter Weise eine Referenzpegelanpassung erfolgt.

Weitere Vorteile der Erfindung werden durch die in den Unteransprüchen angegebenen Maßnahmen erzielt. Dabei ist besonders vorteilhaft, daß die verbesserte Referenzpegelnachführung bei Dynamik eine schnellere Nachführung des Referenzpegels ermöglicht. Diese schnelle Nachführung wird erhalten, indem der zugehörige Faktor im Dynamikfall gegenüber dem Normalfall verringert wird.

Zeichnung

Die Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Im einzelnen zeigt Figur 1 eine mögliche Realisierung einer Vorrichtung zur Klopferkennung, mit der die erfindungsgemäßen Verfahren zur Klopferkennung durchgeführt werden können. In den Figuren 2 und 3 sind zwei erfindungsgemäße Klopferkennungsverfahren als Flußdiagramme dargestellt und Figur 4 zeigt verschiedene Referenzpegelverläufe.

Beschreibung

In der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform einer Vorrichtung zur Klopferkennung bei einer Brennkraftmaschine sind zwei Klopfensensoren 10, 11, beispielsweise Körperschallsensoren an vorgebbaren Stellen des Motorblocks 12 der Brennkraftmaschine angeordnet. Die Klopfensensoren 10, 11 geben Signale S1, S2 ab, die sowohl vom Motorgeräusch als auch von eventuell vorhandenen Störgeräuschen und von eventuell vorhandenen Klopfergeräuschen abhängen. Zur zuverlässigen Klopferkennung müssen die Signalbestandteile getrennt werden. Dazu werden die Signale S1 und S2 der Klopfensensoren 10, 11 in der Auswerteeinrichtung 13 in geeigneter Weise weiterverarbeitet und es wird am Ausgang

der Auswerteeinheit 13 ein Signal S3 erzeugt, das Erkennen läßt, ob Klopfen vorliegt oder nicht.

Die Auswerteeinrichtung 13 kann als diskrete Schaltung
5 aufgebaut sein oder Bestandteil eines Mikrorechners sein.
Die Auswerteschaltung 13 ist beispielsweise im Steuergerät
der Brennkraftmaschine integriert. Ein Mikrorechner 14, der
das Signale S3 der Auswerteeinrichtung 13 weiterverarbeitet,
10 ist beispielsweise ein Mikroprozessor des Steuergeräts. In
Abhängigkeit vom Signal S3, das Erkennen läßt, ob Klopfen
vorliegt, steuert der Mikrorechner 14 Zündeinrichtungen 15
und/oder Einspritzeinrichtungen 16 und regelt damit den Ver-
brennungsablauf in den einzelnen Zylindern der Brennkraft-
maschine.

15 Zur optimalen Regelung der Brennkraftmaschine werden dem
Mikroprozessor 14 weitere Signale zugeführt, die beispiels-
weise von einem Sensor 17, beispielsweise einem Drossel-
klappengeber geliefert werden. Es sind selbstverständlich
20 beliebig viele Sensoren möglich, deren Ausgangssignale dem
Mikrorechner nach einer entsprechenden Aufbereitung zuge-
führt werden und von diesem verarbeitet werden. Im
Ausführungsbeispiel nach Figur 1 erfolgt die Signalzuführung
jeweils über Eingänge, die mit E1 und E2 bezeichnet sind,
25 als Ausgänge sind die Ausgänge A1, A2 und A3 dargestellt.

In der Auswerteeinrichtung 13 erfolgt die eigentliche Klopf-
erkennung. Die Auswerteeinrichtung 13 umfaßt im gewählten
Ausführungsbeispiel wenigstens einen Verstärker 18 mit
30 einstellbaren Verstärkungsfaktor, dem die von den
Klopfsensoren 10 und 11 gelieferten Ausgangssignale S1 und
S2 zugeführt werden. Dabei wird jeweils das Ausgangssignal
des dem aktuell verbrennenden Zylinder über Software
zugeordneten Zylinders zugeführt. In einem sich
35 anschließenden Bandpaß 19 werden die verstärkten Signale so

gefiltert, daß die Signalanteile mit klopftypischen Frequenzen bevorzugt werden. An den Bandpaß schließt sich eine Demodulationsschaltung 20, beispielsweise ein Gleichrichter an. Die von der Demodulationsschaltung 20
5 abgegebenen Signale werden im Integrator 21 aufintegriert und die aufintegrierten Signale KI werden an einem ersten Eingang des Komparators 22 gelegt.

Dem anderen Eingang des Komparators 22 wird ein Referenzsignal beziehungsweise ein Referenzpegel Ref der beispielsweise unter Verwendung eines Tiefpasses 23 durch Mittelung von in vorgegebbarer Weise aufbereiteten Klopfensorsignalen
10 gebildet wird. Wie die tatsächlichen Werte des Referenzpegels gebildet werden und welche Werte sie annehmen, ist der Kern der Erfindung und wird im folgen noch näher be-
15 schrieben.

Der genaue Aufbau der einzelnen Elemente der Auswerteeinrichtung 13 ist für das Verständnis der Erfindung nicht wesentlich und wird daher nicht näher angegeben. Die
20 Auswerteeinrichtung 13 kann auch komplett als digitale Auswerteeinrichtung, beispielsweise als Mikroprozessor realisiert sein.

Mit Hilfe der in Figur 1 dargestellten Vorrichtung läuft die Klopferkennung wie folgt ab: Die Klopfensensoren 10, 11 registrieren die Geräusche, die von der Brennkraftmaschine verursacht werden und geben entsprechende Signale S1 und S2
25 an die Auswerteeinrichtung 13 ab. Diese Signale werden in geeigneter Weise gefiltert und verstärkt. Der Vergleich der integrierten Klopfsignale KI mit dem Referenzpegel Ref
30 ergibt das Signal S3, das erkennen läßt, ob Klopfen aufgetreten ist.

Die genaue Vorgehensweise bei der Klopferkennung bei Brennkraftmaschinen, die als Körperschallsensoren arbeitende Klopfensensoren aufweisen, läßt sich beispielsweise mit Hilfe des in Figur 2 dargestellten Ablaufdiagramms erläutern. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird in einem ersten Schritt SCH1 das Geräusch i_{kr} der aktuellen Verbrennung ermittelt. Aus dem Geräusch i_{kr} wird in einem Schritt SCH3 das Verhältnis v_{kr} aus dem Geräusch i_{kr} der aktuellen Verbrennung und dem über mehrere Verbrennungen des selben Zylinders gemittelten Geräusch, dem sogenannten Referenzpegel r_{kr} gebildet, wobei zuvor im Schritt SCH2 der Referenzpegel $r_{kr}(old)$ eingelesen wird.

Das im Schritt SCH3 berechnete Verhältnis v_{kr} wird im Schritt SCH4 daraufhin untersucht, ob es größer ist als die Klopferkennungsschwelle ke . Überschreitet das Verhältnis $v_{kr} = i_{kr}/r_{kr}(old)$ die Klopferkennungsschwelle ke , so wird auf Klopfen erkannt und ein Signal KL abgegeben. Es gilt also auch: wenn i_{kr} größer ist als $r_{kr}(old) * ke$ wird Klopfen erkannt und ein entsprechendes Signal KL abgegeben

Die Berechnung des Referenzpegels $r_{kr}(old)$ im klopfreien Betrieb erfolgt also wenn im Schritt SCH4 erkannt wird, daß v_{kr} nicht größer ist als ke in Schritt SCH5 rekursiv, gemäß der Formel:

$$r_{kr}(new) = (1 - 1/KRFTP) * r_{kr}(old) + 1/KRFTP * i_{kr}.$$

Die Größe KRFTP wird als sogenannter Nachführfaktor bezeichnet. Der Nachführfaktor kann in geeigneter Weise brennkraftmaschinen-spezifisch angepaßt werden.

Der so gebildete neue Referenzpegel $r_{kr}(new)$ repräsentiert das Grundgeräusch der Brennkraftmaschine ohne Klopfen. Beim

nächsten Programmdurchlauf wird der im Schritt SCH5 berechnete Referenzpegel $rkr(new)$ im Schritt SCH6 als Referenzpegel $rkr(old)$ berücksichtigt und für die nächste Berechnung des Verhältnisses $virkr$ verwendet

5 Wird im Schritt SCH4 eine Verbrennung als klopfend detektiert, wird das für diese Verbrennung gemessene Geräusch ikr nicht vollständig in den Referenzpegel rkr eingerechnet. Wie die Einrechnung im klopfenden Fall erfolgt, hängt davon ab, ob Dynamik vorliegt oder nicht.
10 Dazu wird im Schritt SCH7 überprüft, ob sich die Brennkraftmaschine in einem dynamische Betriebszustand befindet. Für die Dynamikerkennung kann beispielsweise überprüft werden, ob sich die Drehzahl wesentlich verändert.

15 Liegt kein Dynamikfall vor, erfolgt die Einrechnung des gemessenen Geräusches ikr , indem es durch den Faktor ke geteilt wird, um einen Anstieg des Referenzpegel rkr durch das Klopfgeräusch zu vermeiden. In diesem Fall berechnet sich der neue Wert für den Referenzpegel $rkr(new)$ in Schritt
20 SCH8 nach der Formel

$$rkr(new) = (1 - 1/KRFTP) * rkr(old) + 1/KRFTP * (ikr/ke).$$

Auf die Einrechnung klopfender Verbrennungen kann im Prinzip
25 nicht verzichtet werden, da deren Geräusch im Fall von Dynamik auch die natürlich Geräuschzunahme der Brennkraftmaschine enthält und entsprechend miterfaßt werden muß.

30 Damit es bei schneller und starker Zunahme des Grundgeräuschs bei Dynamik (Schritt SCH7 zeigt, daß Dynamik vorliegt) nicht zu Fehlerkennungen kommt, damit also nicht plötzlich lautere Verbrennungen fälschlicherweise als Klopfen erkannt werden, werden zwei Maßnahmen für die Dauer der Dynamik ergriffen: Die Referenzpegelnachführung wird

durch Wahl eines kleineren Faktors KRFTP beschleunigt und die Klopferkennungsschwelle wird erhöht.

5 Trotz dieser Gegenmaßnahmen gegen irrtümliches Klopferkennen kann es bei Brennkraftmaschinen bzw. Motoren mit überdurchschnittlichem Geräuschanstieg, beispielsweise in Folge von Kolbenkippen, zu Fehlerkennungen kommen. Eine fälschlich als Klopfen erkannte Verbrennung führt jedoch wegen der vorstehend beschriebenen Wichtung des Geräuschs der
10 aktuellen Verbrennung i_{kr} mit dem Faktor k_e bei Einrechnung in den Referenzpegel r_{kr} zu einer ungerechtfertigten Verzögerung der Nachführung des berechneten Grundgeräuschs r_{kr} . Diese Diskrepanz zwischen tatsächlichem und berechnetem Grundgeräusch kann in der Folge zu weiteren
15 Fehlerkennungen führen. Da jede Klopferkennung letztendlich eine Zündwinkelverstellung nach spät bewirkt, kann es durch irrtümlich erkanntes Klopfen zu einer entsprechenden Einbuße von Leistungs- und Wirkungsgrad kommen, die im Fall von Fehlerkennungen völlig unnötig sind. Es wird daher
20 erfindungsgemäß die bisher beschriebene Berechnung des Referenzpegels im Fall der im Schritt SCH 7 erkannten Dynamik nach einem anderen Verfahren durchgeführt, wodurch Fehlerkennungen verringert werden und gleichzeitig nach wie vor eine Erkennung tatsächlichen Klopfens sichergestellt
25 wird.

Je nachdem ob ein Dynamikfall vorliegt oder nicht wird der neue Referenzpegelwert entweder nach der im Schritt SCH8 angegebenen Formel oder nach der in Schritt SCH9 angegebenen
30 Formel durchgeführt. Im Schritt SCH6 wird dann jeweils der alte Wert des Referenzpegels $r_{kr}(\text{old})$ durch den neuen Wert $r_{kr}(\text{new})$ ersetzt und dieser im Schritt SCH3 wieder zur Verhältnisbildung verwendet.

Das beschriebene Verfahren ergibt somit bei erkanntem Klopfen, bei tatsächlichem Klopfen oder Fehlerkennung eine Berechnung für den Referenzpegel $rkr(new)$ im Dynamikfall nach einer modifizierten Formel, es gilt:

$$rkr(new) = (1 - 1/KRFTP) * rkr(old) + 1/KRFTP * (rkr(old) * ke).$$

Dabei entspricht die Größe $rkr(old) * ke$ gerade dem Geräusch-niveau, das noch nicht als klopfend erkannt werden würde. Es wird also anders als bei einem Verfahren, bei dem zwischen Dynamik und Nicht-Dynamik nicht unterschieden wird, ein größerer Wert zur Referenzpegelnachführung eingerechnet, der sich jedoch definiert aus dem gemittelten Geräuschniveau ergibt. Durch dieses Verfahren zur Referenzpegelbestimmung werden irrtümliche Klopfmerkennungen und damit unnötige Leistungs- und Wirkungsgradeinbußen verhindert.

In Figur 3 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, das eine Referenzpegelnachführung bei Dynamik berücksichtigt. Dieses Verfahren unterscheidet sich von dem in Figur 2 dargestellten lediglich durch den zusätzlichen Schritt SCH10, der eine zusätzliche Schwellwertabfrage beinhaltet. Wird im Schritt SCH4 Klopfen erkannt und im Schritt SCH7 Dynamik erkannt (entweder tatsächlich vorhandenes Klopfen oder Fehlerkennungen), dann wird der Schritt SCH10 daran anschließend durchgeführt. Dabei wird der Wert $virkr$ mit einer Schwelle $ke * (KRRPN * (ke - 1) + 1)$ verglichen, wobei der Faktor $KRRPN$ einen Wertebereich $(0,1)$ annehmen kann, der zwischen ke und ke^2 liegt. Wird diese Schwelle nicht überschritten, wird der Referenzpegel mit der in Schritt SCH9 angegebenen Formel berechnet, es gilt:

$$rkr(new) = (1 - 1/KRFTP) * rkr(old) + 1/KRFTP * (rkr(old) * ke).$$

Wird dagegen dieser Schwellwert durch das Verhältnis virkr auch noch überschritten, wird für die Berechnung des neuen Referenzwerts die in Schritt SCH8 angegebene Formel
5 verwendet, sie entspricht der bisher bei erkannten Klopfen verwendeten Formel. Diese Formel lautet:

$$\text{rkr}(\text{new}) = (1 - 1/\text{KRFTP}) * \text{rkr}(\text{old}) + 1/\text{KRFTP} * (\text{ikr}/\text{ke}).$$

10 Durch die Einführung dieser weiteren variablen Schwelle kann mit $\text{KRRPN} = 0$ das bisherige Verhalten der Referenzpegelnachführung realisiert werden, mit $\text{KRRPN} = 1$ wird dagegen eine maximal schnelle Referenzpegelnachführung erzielt, wie sie bei Brennkraftmaschinen bzw. Motoren mit schnellem Geräusch-
15 anstieg bei Drehzahldynamik wünschenswert ist. Dadurch wird die Wahrscheinlichkeit von Fehlerkennungen bei Dynamik über einen längeren Zeitraum und damit verbundene Leistungs- und Wirkungsgradeinbußen reduziert.

20 In Figur 4 sind durch Simulation ermittelte Beispiele für den Verlauf der Größen

virkr_P : Verhältnis aus dem Geräusch ikr der aktuellen Verbrennung und dem Mittelwert des Geräuschs der
25 letzten Verbrennung des selben Zylinders,

kekref : Klopfkennungsschwelle

rkrref : Referenzpegel= gleitender Mittelwert der letzten
30 Verbrennungen

eingangneu : Wert, der zur Berechnung des aktuellen Referenzpegels genutzt wird

35 und ikrref : Geräusch der aktuellen Verbrennung

aufgetragen, wobei für den Faktor KRRPN jeweils ein Wert von 0 (Figur 4a), 0,5 (Figur 4b) und 1,0 (Figur 4c) gewählt wurde. Mit B_kl wird angegeben, ob auf Klopfen erkannt ist (High-Pegel) oder nicht (Low-Pegel).

5

5

10 Ansprüche

1. Verfahren zur Klopferkennung bei einer Brennkraftmaschine mit wenigstens einem Klopfsensor und einer diesem nachgeschalteten Auswerteeinrichtung, die
15 wenigstens ein Vergleichsmittel umfaßt, das das aufbereitete Ausgangssignal des Klopfensors mit einem variablen Referenzpegel, der abhängig von vorhergehenden Ausgangssignalen des Klopfensors gebildet wird, vergleicht, wobei der Referenzpegel dem Vergleichsmittel über einen
20 Tiefpaß zugeführt wird und das Vergleichsmittel in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis Klopfen erkennt, dadurch gekennzeichnet, daß die Nachführung des Referenzpegels oder die Berechnung des Eingangssignales des Tiefpasses nach wenigstens zwei unterschiedlichen Verfahren erfolgt, wobei
25 das eine oder das andere Verfahren abhängig davon ausgewählt wird, ob Dynamik erkannt wird oder nicht.

2. Verfahren zur Klopferkennung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Referenzwert $r_{kr}(new)$ je nach zuvor erkannter Bedingung Klopfen ja/nein, Dynamik ja/nein
30 gebildet wird nach einer der Gleichungen:

1: $r_{kr}(new) = (1-1/KRFTP) * r_{kr}(old) + 1/KRFTP * i_{kr}$,
2: $r_{kr}(new) = (1-1/KRFTP) * r_{kr}(old) + 1/KRFTP * (i_{kr}/k_e)$ oder
35 3: $r_{kr}(new) = (1-1/KRFTP) * r_{kr}(old) + 1/KRFTP * (r_{kr}(old) * (k_e))$,

wobei $r_{kr}(\text{old})$ der vorherige Referenzwert, $KRFTP$ der Nachführfaktor, i_{kr} das Geräusch der aktuellen Verbrennung und k_e ein Faktor ist.

5

3. Verfahren zur Klopferkennung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß Klopfen erkannt wird, wenn das Verhältnis v_{kr} , das aus dem aktuellen Klopfwert i_{kr} und dem vorherigen Referenzpegel $r_{kr}(\text{old})$ gebildet wird, einen vorgebbaren Wert k_e überschreitet

10

4. Verfahren zur Klopferkennung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Festlegung des neuen Referenzwerts auch vorherige Werte mitberücksichtigt werden, die bei erkanntem Klopfen ermittelt wurden.

15

5. Verfahren zur Klopferkennung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Bildung des Referenzpegels r_{kr} zusätzlich berücksichtigt wird, ob das Verhältnis v_{kr} größer ist als ein Schwellwert $k_e \cdot (KRRPN \cdot (k_e - 1) + 1)$, wobei k_e die Klopferkennungsschwelle und $KRRPN$ Faktor mit einem Wert zwischen 0 und 1 ist.

20

1/6

Fig.1

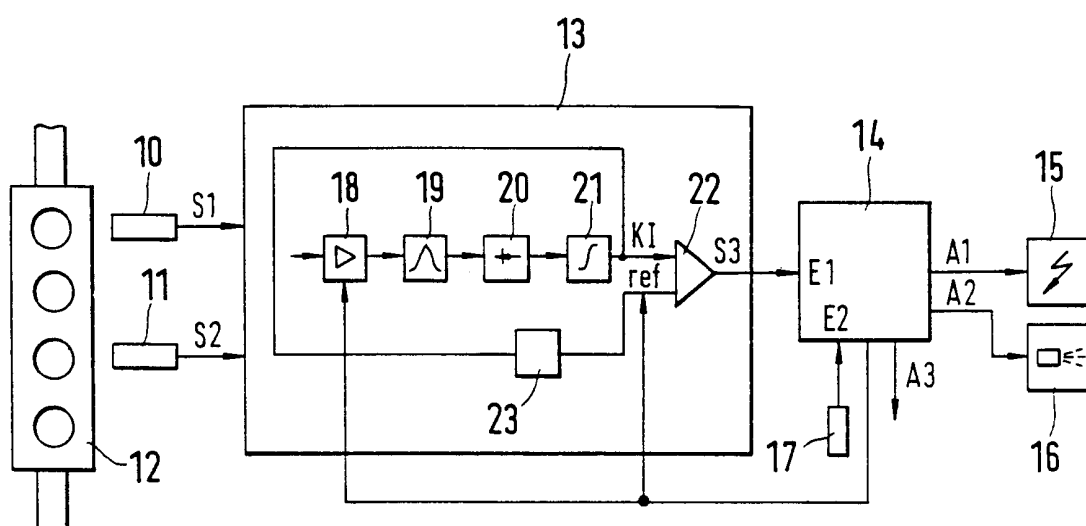
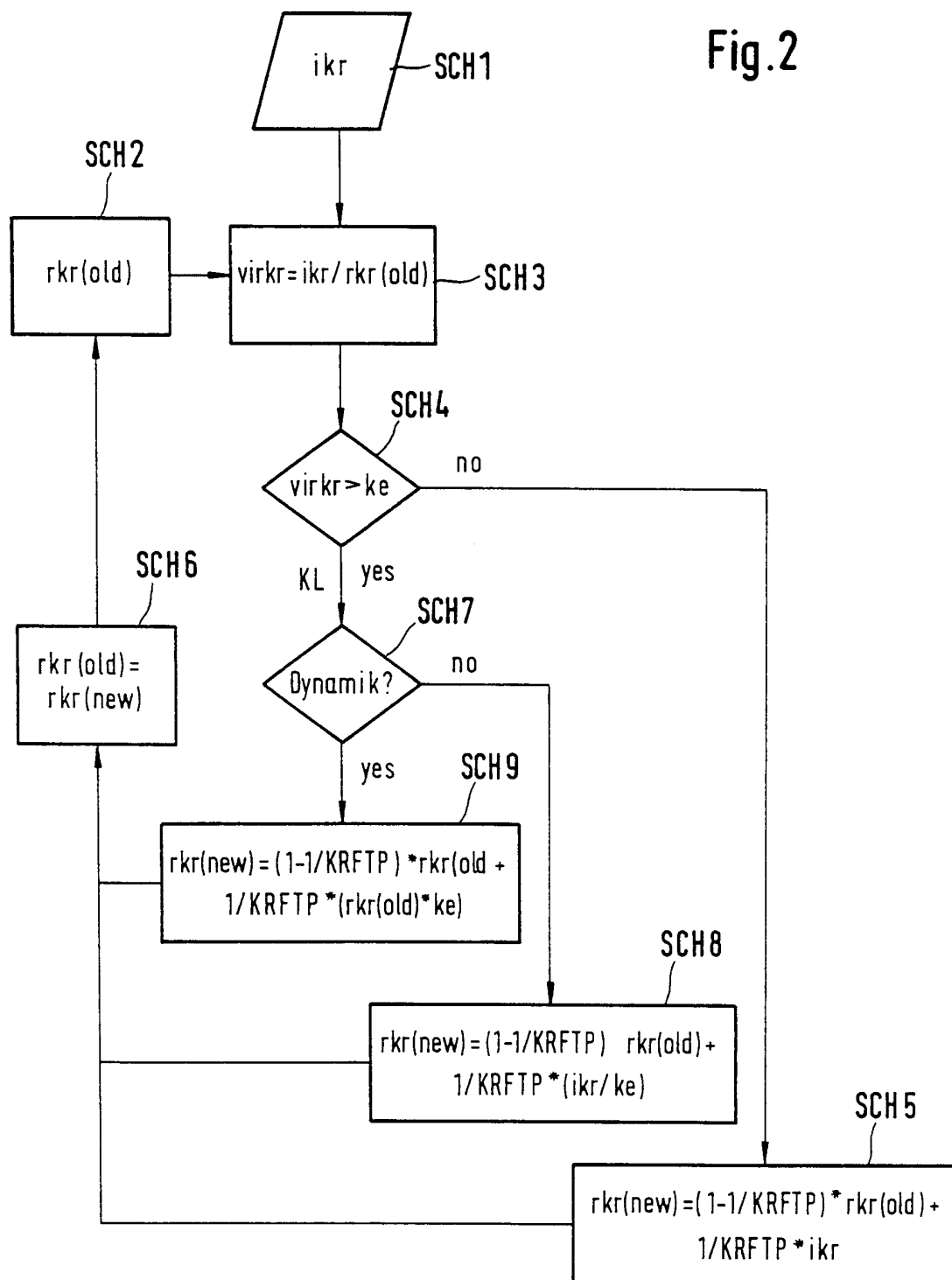
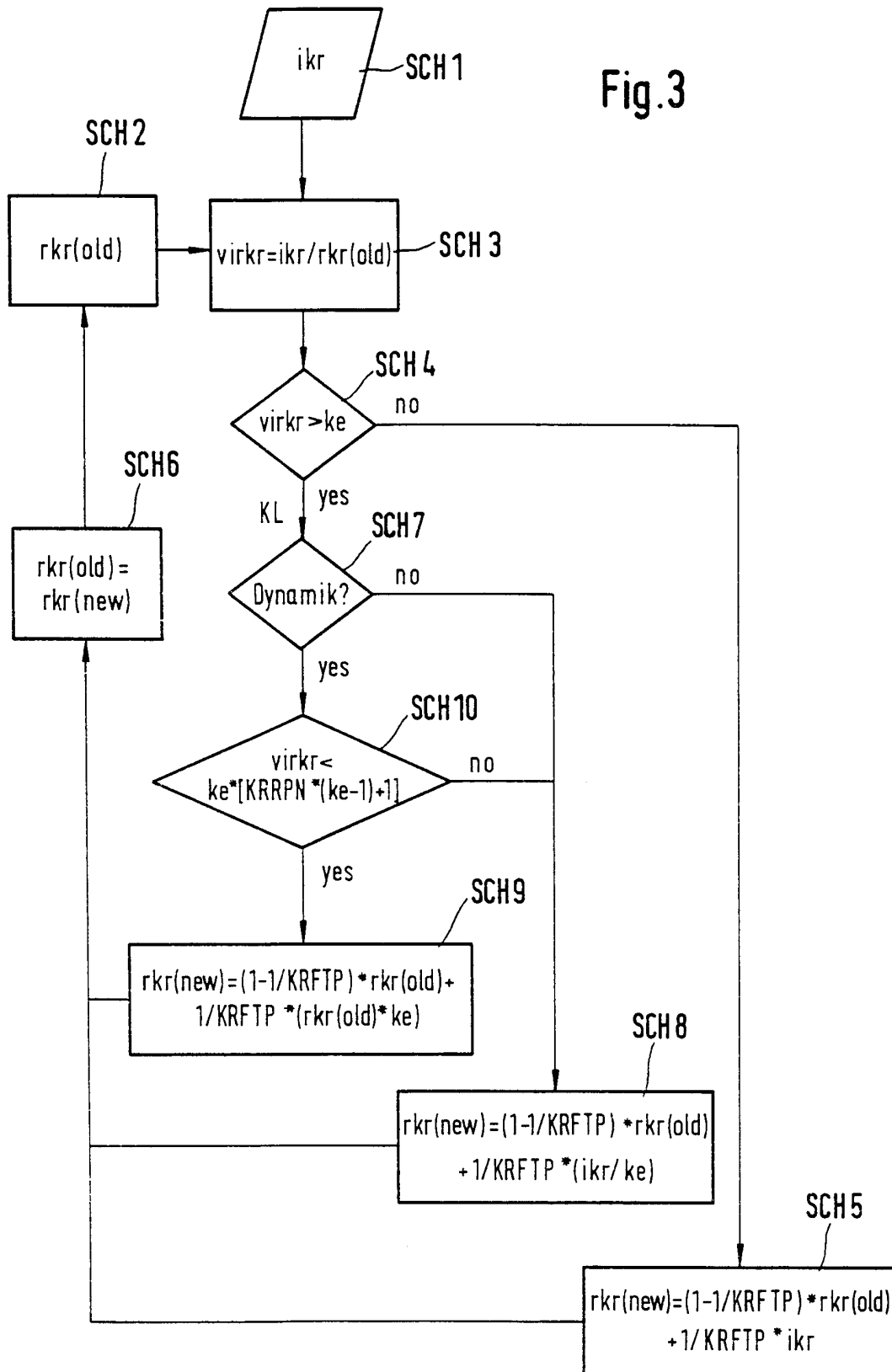


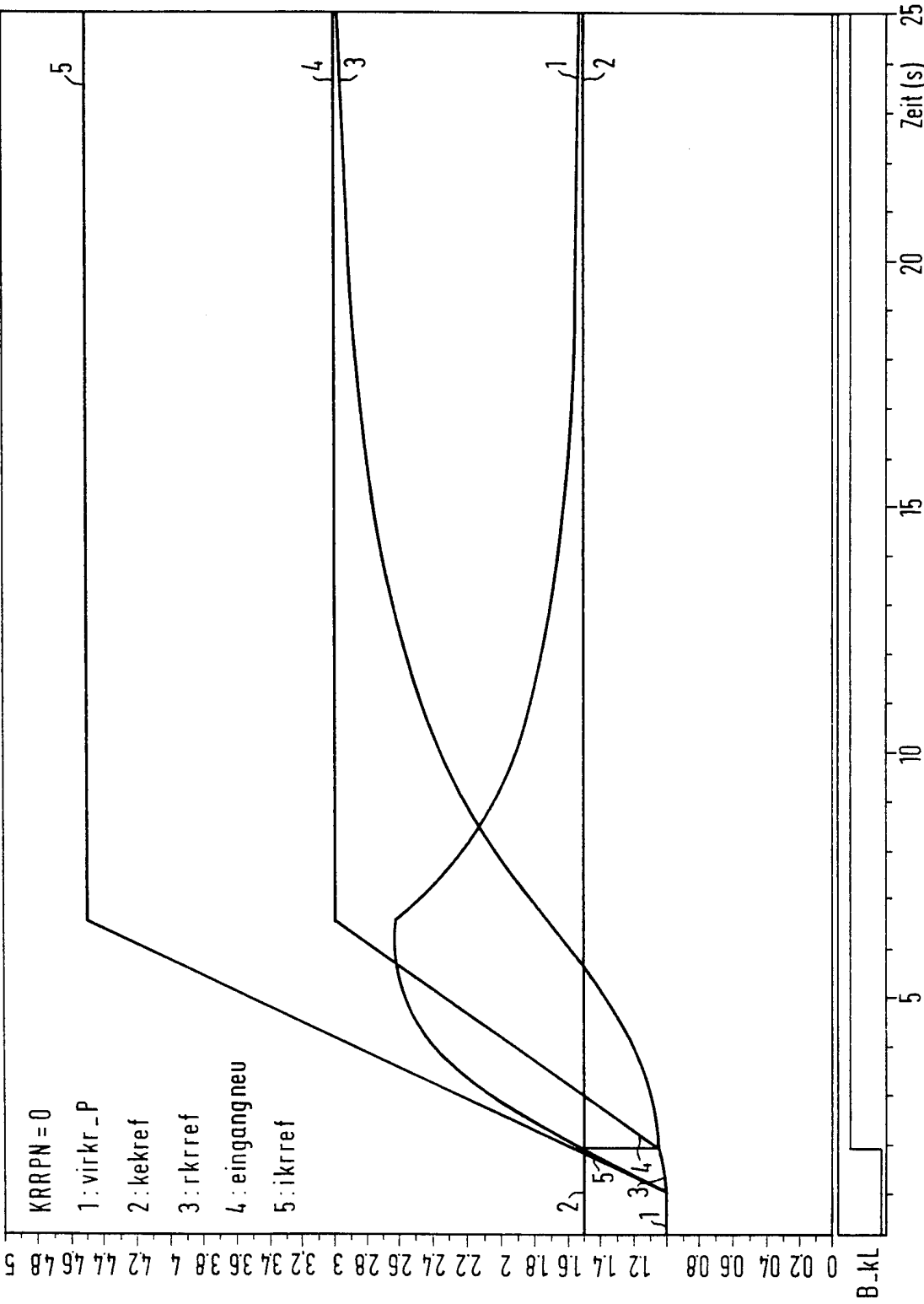
Fig.2



3 / 6

Fig.3





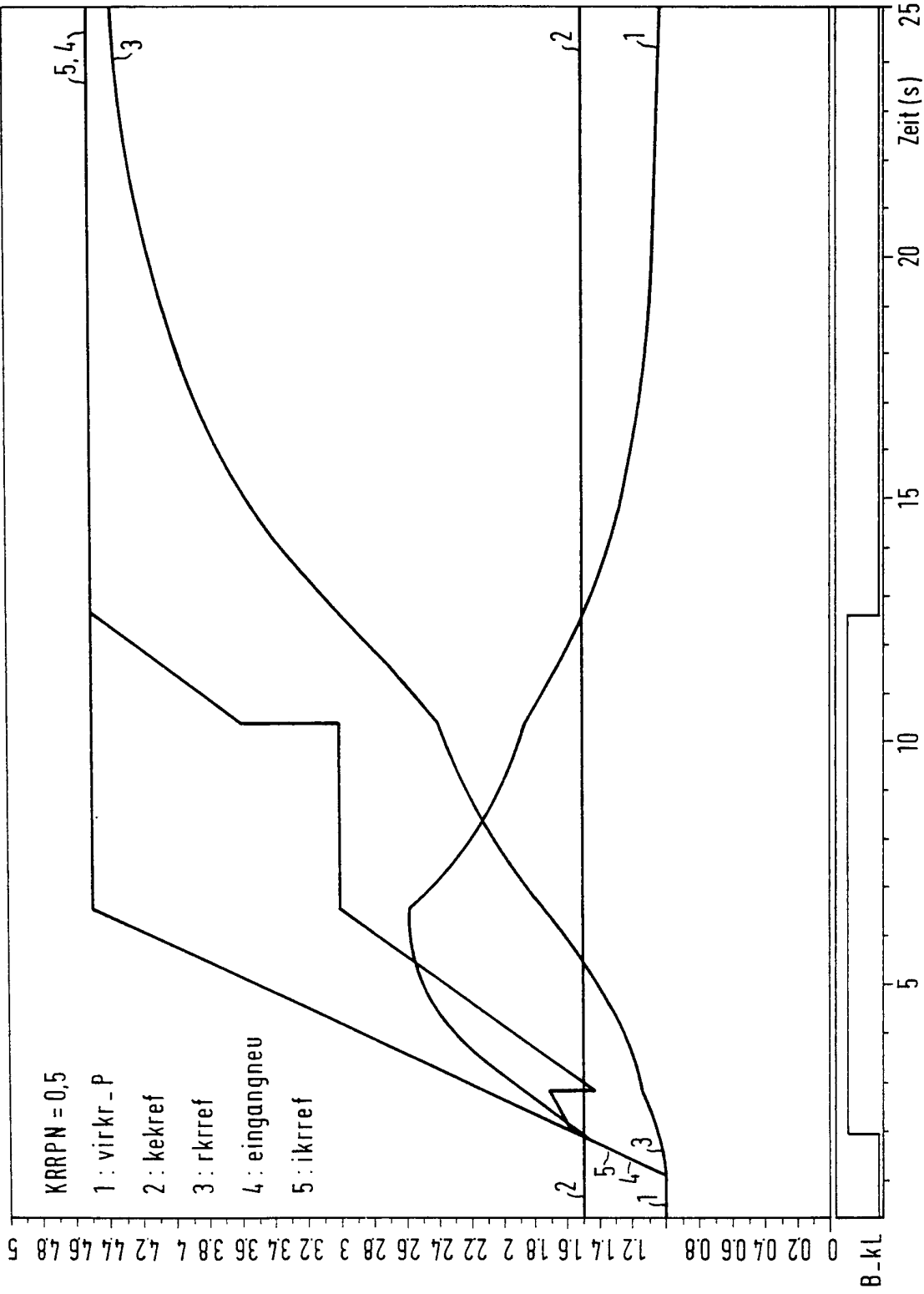
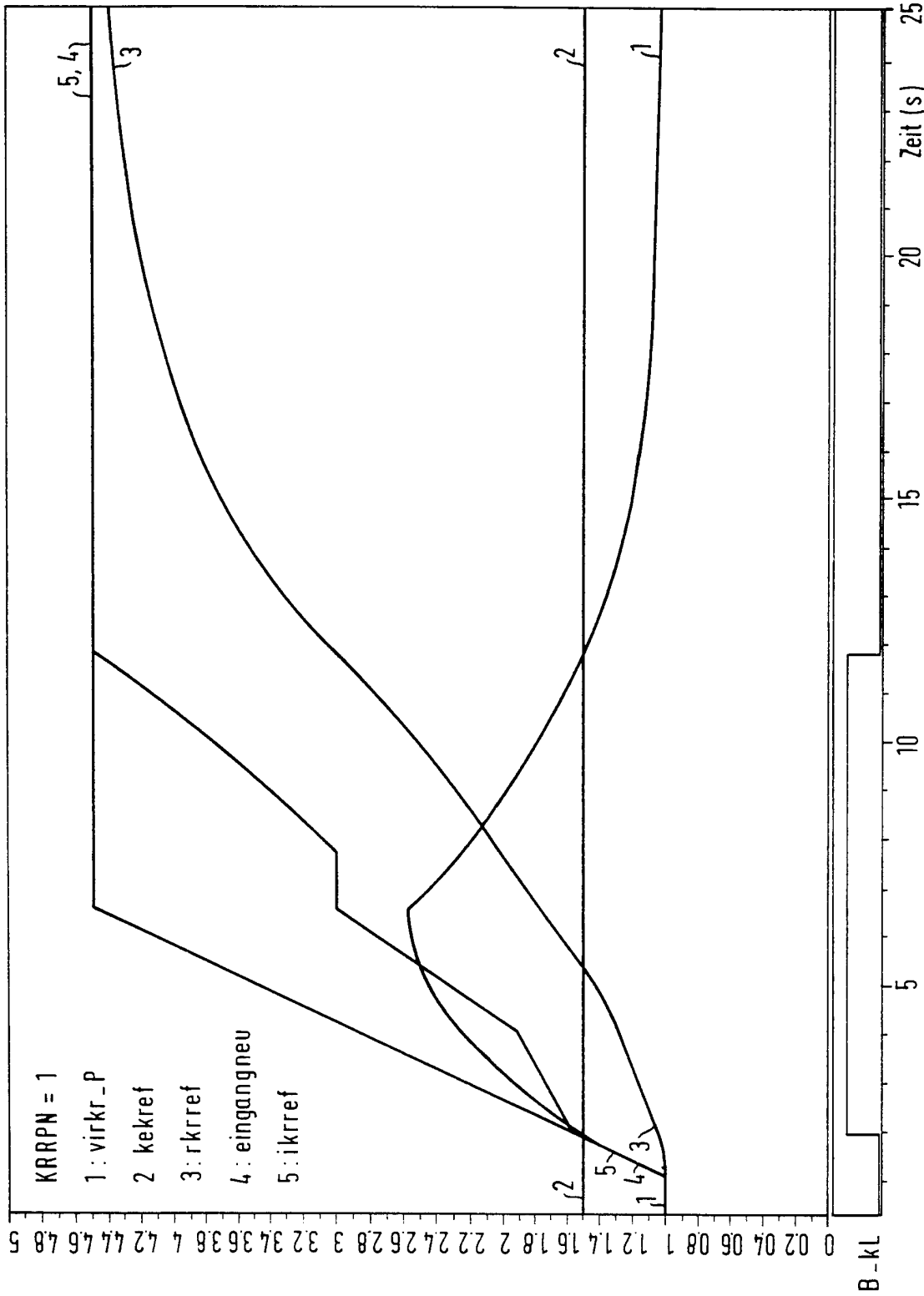


Fig. 4b



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/03339

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01L23/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01M F02P G01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 43 32 711 A (BOSCH GMBH ROBERT) 30 March 1995 (1995-03-30) cited in the application column 2 -column 4 ---	1
Y	EP 0 529 786 A (LORAL AEROSPACE CORP) 3 March 1993 (1993-03-03) column 3 -column 6 ---	1
A		2-5
A	DE 195 49 175 A (BOSCH GMBH ROBERT) 3 July 1997 (1997-07-03) column 2 -column 5 ---	1-5
A	DE 41 32 096 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 9 April 1992 (1992-04-09) column 4 -column 8 ---	1-5
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 February 2001

Date of mailing of the international search report

09/02/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Dietrich, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/03339

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 33 13 036 A (BOSCH GMBH ROBERT) 18 October 1984 (1984-10-18) claims 1-6 ---	1
A	DE 30 16 117 A (NISSAN MOTOR) 13 November 1980 (1980-11-13) claims 1-9 ---	1
A	US 4 481 924 A (KOBAYASHI TATSUO) 13 November 1984 (1984-11-13) column 4 -column 7 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/03339

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4332711 A	30-03-1995	WO 9508760 A DE 59406416 D EP 0670996 A ES 2121225 T JP 8504016 T RU 2130174 C US 5517969 A	30-03-1995 13-08-1998 13-09-1995 16-11-1998 30-04-1996 10-05-1999 21-05-1996
EP 0529786 A	03-03-1993	US 5201292 A CA 2073230 A JP 5302850 A	13-04-1993 01-03-1993 16-11-1993
DE 19549175 A	03-07-1997	WO 9724592 A	10-07-1997
DE 4132096 A	09-04-1992	JP 4134164 A JP 4134166 A JP 2744687 B JP 4143441 A KR 9404351 B US 5419180 A	08-05-1992 08-05-1992 28-04-1998 18-05-1992 23-05-1994 30-05-1995
DE 3313036 A	18-10-1984	FR 2544389 A JP 1924199 C JP 6037867 B JP 59206677 A US 4596217 A	19-10-1984 25-04-1995 18-05-1994 22-11-1984 24-06-1986
DE 3016117 A	13-11-1980	JP 55143428 A GB 2049238 A,B US 4333334 A	08-11-1980 17-12-1980 08-06-1982
US 4481924 A	13-11-1984	JP 59065226 A	13-04-1984

A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G01L23/22

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01M F02P G01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

WPI Data, EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 43 32 711 A (BOSCH GMBH ROBERT) 30. März 1995 (1995-03-30) in der Anmeldung erwähnt Spalte 2 -Spalte 4 ---	1
Y	EP 0 529 786 A (LORAL AEROSPACE CORP) 3. März 1993 (1993-03-03) Spalte 3 -Spalte 6 ---	1
A		2-5
A	DE 195 49 175 A (BOSCH GMBH ROBERT) 3. Juli 1997 (1997-07-03) Spalte 2 -Spalte 5 ---	1-5
A	DE 41 32 096 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 9. April 1992 (1992-04-09) Spalte 4 -Spalte 8 ---	1-5
	--- -/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

1. Februar 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

09/02/2001

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Dietrich, A

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 33 13 036 A (BOSCH GMBH ROBERT) 18. Oktober 1984 (1984-10-18) Ansprüche 1-6 ---	1
A	DE 30 16 117 A (NISSAN MOTOR) 13. November 1980 (1980-11-13) Ansprüche 1-9 ---	1
A	US 4 481 924 A (KOBAYASHI TATSUO) 13. November 1984 (1984-11-13) Spalte 4 -Spalte 7 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/03339

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4332711 A	30-03-1995	WO 9508760 A DE 59406416 D EP 0670996 A ES 2121225 T JP 8504016 T RU 2130174 C US 5517969 A	30-03-1995 13-08-1998 13-09-1995 16-11-1998 30-04-1996 10-05-1999 21-05-1996
EP 0529786 A	03-03-1993	US 5201292 A CA 2073230 A JP 5302850 A	13-04-1993 01-03-1993 16-11-1993
DE 19549175 A	03-07-1997	WO 9724592 A	10-07-1997
DE 4132096 A	09-04-1992	JP 4134164 A JP 4134166 A JP 2744687 B JP 4143441 A KR 9404351 B US 5419180 A	08-05-1992 08-05-1992 28-04-1998 18-05-1992 23-05-1994 30-05-1995
DE 3313036 A	18-10-1984	FR 2544389 A JP 1924199 C JP 6037867 B JP 59206677 A US 4596217 A	19-10-1984 25-04-1995 18-05-1994 22-11-1984 24-06-1986
DE 3016117 A	13-11-1980	JP 55143428 A GB 2049238 A,B US 4333334 A	08-11-1980 17-12-1980 08-06-1982
US 4481924 A	13-11-1984	JP 59065226 A	13-04-1984